

INDEXÉ

P.R 3493

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001079 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : C22C 21/02

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/001916

(22) Date de dépôt international : 23 juin 2003 (23.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07873 25 juin 2002 (25.06.2002) FR

DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALU-
MINIUM PECHINEY (FR/FR); 7, place du Chancelier
Adenauer, F-75218 Paris Cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LASLAZ,
Gérard (FR/FR); 714, route du Mercier, F-38570 Le Chey-
las (FR). GARAT, Michel (FR/FR); 5, chemin des Mûriers,
F-38430 Moirans (FR).

(74) Mandataire : Mougeot, Jean-Claude; Péchiney, 217,
Cours Lafayette, F-69451 Lyon Cedex 06 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de
la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour la désignation
suivante US
- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US
seulement

Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: PART CAST FROM ALUMINIUM ALLOY WITH HIGH HOT STRENGTH

(54) Titre : PIÈCE MOULÉE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM A HAUTE RESISTANCE A CHAUD

(57) Abstract: The invention relates to a cast part with high creep strength, such as a cylinder head or a crankcase, which is made from alloy having the following composition (wt.-%): Si: 5-11 and preferably 6.5-7.5; Fe < 0.6 and preferably < 0.3; Mg: 0.15-0.6 and preferably 0.25-0.5; Cu: 0.3-1.5 and preferably 0.4-0.7; Ti: 0.05-0.25 and preferably 0.08-0.2; Zr: 0.05-0.25 and preferably 0.12-0.18; Mn < 0.4 and preferably 0.1-0.3; Zn < 0.3 and preferably < 0.1; Ni < 0.4 and preferably < 0.1; and other elements < 0.10 each and 0.3 in total, with the remainder being aluminium. The inventive part preferably undergoes solution treatment, quenching and tempering, T6 or T7.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention est une pièce moulée à haute résistance au fluage, notamment une culasse ou un carter de moteur, en alliage de composition (% en poids) : Si : 5-11 et de préférence 6,5-7,5 Fe < 0,6 et de préférence < 0,3 Mg : 0,15-0,6 « 0,25-0,5 Cu : 0,3-1,5 « 0,4-0,7 Ti : 0,05-0,25 « 0,08-0,20 Zr : 0,05-0,25 0,12-0,18 Mn < 0,4 « 0,1-0,3 Zn < 0,3 « < 0,1 Ni < 0,4 « < 0,1 autres éléments < 0,10 chacun et 0,30 au total, reste aluminium. La pièce est, de préférence, traitée par mise en solution, trempe et revenu à l'état T6 ou T7.



WO 2004/001079 A2

Pièce moulée en alliage d'aluminium à haute résistance à chaud**5 Domaine de l'invention**

L'invention concerne les pièces moulées en alliage d'aluminium soumises à des contraintes thermiques et mécaniques élevées, notamment les culasses et les carters de moteurs à combustion interne, et plus particulièrement de moteurs turbochargés à essence ou diesel. On trouve également, en dehors de l'automobile des pièces soumises aux mêmes types de contraintes, par exemple dans le domaine de la mécanique ou de l'aéronautique.

Etat de la technique

15

Dans la fabrication des culasses de moteurs, on utilise habituellement deux familles d'alliages d'aluminium :

1) les alliages contenant de 5 à 9% de silicium, de 3 à 4% de cuivre et du magnésium. Il s'agit le plus souvent d'alliages de seconde fusion, avec des teneurs en fer comprises entre 0,5 et 1%, et des teneurs en impuretés, notamment en manganèse, zinc, plomb, étain ou nickel, assez élevées. Ces alliages sont généralement utilisés sans traitement thermique (état F) ou simplement stabilisés (état T5). Ils sont plutôt destinés à la fabrication de culasses de moteurs à essence assez peu sollicités thermiquement. Pour les pièces plus sollicitées destinées aux moteurs diesel ou turbo-diesel, on utilise des alliages de première fusion, avec une teneur en fer inférieure à 0,3%, traités thermiquement à l'état T6 (revenu au pic de résistance mécanique) ou T7 (sur-revenu).

2) Les alliages de première fusion contenant de 7 à 10% de silicium et du magnésium, traités à l'état T6 ou T7, pour les pièces les plus sollicitées comme celles destinées aux moteurs turbo-diesel.

Ces deux grandes familles d'alliages conduisent à des compromis différents entre les diverses propriétés d'emploi : résistance mécanique, ductilité, tenue au fluage et à la fatigue. Cette problématique a été décrite par exemple dans l'article de R. Chuimert

et M. Garat : « Choix d'alliages d'aluminium de moulage pour culasses Diesel fortement sollicitées », paru dans la Revue SIA de mars 1990. Cet article résume ainsi les propriétés de 3 alliages étudiés :

- Al-Si5Cu3MgFe0,15 T7 : bonne résistance – bonne ductilité
- 5 - Al-Si5Cu3MgFe0,7 F : bonne résistance – faible ductilité
- Al-Si7Mg0,3Fe0,15 T6 : faible résistance – extrême ductilité

La première et la troisième combinaison alliage-état peuvent être utilisées pour les culasses fortement sollicitées. Cependant, on a continué à rechercher un compromis amélioré entre résistance et ductilité. Le brevet FR 2690927 au nom de la
10 demanderesse, déposé en 1992, décrit des alliages d'aluminium résistant au fluage contenant de 4 à 23% de silicium, au moins l'un des éléments magnésium (0,1 – 1%), cuivre (0,3 – 4,5%) et nickel (0,2 – 3%), et de 0,1 à 0,2% de titane, de 0,1 à 0,2% de zirconium et de 0,2 à 0,4% de vanadium. On observe une amélioration de la tenue au fluage à 300°C sans perte notable de l'allongement mesuré à 250°C.

15 L'article de F. J. Feikus « Optimization of Al-Si cast alloys for cylinder head applications » AFS Transactions 98-61, pp. 225-231, étudie l'ajout de 0,5% et 1% de cuivre à un alliage AlSi7Mg0,3 pour la fabrication de culasses de moteurs à combustion interne. Après un traitement T6 classique comportant une mise en solution de 5 h à 525°C, suivi d'une trempe à l'eau froide et d'un revenu de 4 h à
20 165°C, il n'observe aucun gain en limite d'élasticité, ni en dureté à température ambiante, mais à des températures d'utilisation au delà de 150°C, l'ajout de cuivre apporte un gain significatif de limite d'élasticité et de résistance au fluage.

Le brevet EP 1057900 (VAW Aluminium), déposé en 1999, est un développement dans la même voie et décrit l'ajout à un alliage Al-Si7Mg0,3Cu0,35 de quantités
25 étroitement contrôlées de fer (0,35 – 0,45%), de manganèse (0,25 – 0,30%), de nickel (0,45 – 0,55%), de zinc (0,10 – 0,15) et de titane (0,11 – 0,15%). Cet alliage présente aux états T6 et T7 une bonne résistance au fluage, une conductivité thermique élevée, une ductilité satisfaisante et une bonne tenue à la corrosion.

Le but de la présente invention est d'améliorer encore la résistance mécanique et la
30 tenue au fluage des pièces moulées en alliages du type AlSiCuMg dans le domaine de température 250-300°C, sans dégrader leur ductilité, et en évitant la multiplication des éléments d'addition qui peuvent poser problème au recyclage.

Objet de l'invention

L'objet de l'invention est une pièce moulée à haute résistance mécanique à chaud et haute résistance au fluage en alliage de composition (% en poids) :

5	Si : 5 – 11	et de préférence 6,5 – 7,5
	Fe < 0,6	et de préférence < 0,3
	Mg : 0,15 – 0,6	« « 0,25 – 0,5
	Cu : 0,3 – 1,5	« « 0,4 – 0,7
	Ti : 0,05 – 0,25	« « 0,08 – 0,20
10	Zr : 0,05 – 0,25	« « 0,12 – 0,18
	Mn < 0,4	« « 0,1 – 0,3
	Zn < 0,3	« « < 0,1
	Ni < 0,4	« « < 0,1

autres éléments < 0,10 chacun et 0,30 au total, reste aluminium.

- 15 La pièce est, de préférence, traitée par mise en solution, trempe et revenu à l'état T6 ou T7.

Description de l'invention

- 20 L'invention repose sur la constatation par la demanderesse qu'en ajoutant une faible quantité de zirconium à un alliage au silicium contenant moins de 1,5% de cuivre et moins de 0,6% de magnésium, on pouvait obtenir, sur des pièces moulées traitées à l'état T6 ou T7, une bonne résistance mécanique et une bonne tenue au fluage dans le domaine 250-300°C, sans perte de ductilité. Ce résultat est obtenu sans avoir à
- 25 utiliser des éléments comme le nickel ou le vanadium qui posent des problèmes au recyclage. De plus, le nickel a l'inconvénient de réduire la ductilité de la pièce.
- Comme la plus grande partie des alliages destinés à la fabrication des culasses de moteurs, l'alliage contient de 5 à 11% de silicium, et de préférence de 6,5 à 7,5%. Le fer est maintenu en dessous de 0,6%, et de préférence en dessous de 0,3%, ce qui
- 30 veut dire qu'il peut s'agir d'alliages de première ou de deuxième fusion, avec une préférence pour la première fusion lorsqu'on souhaite un allongement à la rupture élevé.

Le magnésium est un élément d'addition habituel des alliages pour culasses ; à une teneur d'au moins 0,15%, et en association avec le cuivre, il permet d'améliorer les propriétés mécaniques à 20 et 250°C. Au-delà de 0,6%, on risque de réduire la ductilité à température ambiante.

- 5 L'addition de 0,3 à 1,5%, et de préférence de 0,4 à 0,7%, de cuivre permet d'améliorer la résistance mécanique sans affecter la résistance à la corrosion. De plus, la demanderesse a constaté que, dans ces limites, la ductilité et la résistance à chaud des pièces à l'état T6 ou T7 n'étaient pas abaissées. De plus, il est apparu, de manière surprenante, que, lorsque les teneurs en % en Cu et Mg augmentent
- 10 conjointement dans les limites indiquées précédemment en suivant la condition : $0,3\text{Cu} + 0,18 < \text{Mg} < 0,6$, on améliore de manière significative la résistance mécanique à chaud et la tenue au fluage à 250°C.

A une teneur de plus de 0,1%, le manganèse a, lui aussi, un effet positif sur la résistance mécanique à 250°C, mais cet effet plafonne au-delà d'une teneur de 0,4%.

- 15 La teneur en titane est maintenue entre 0,05 et 0,25%, ce qui est assez habituel pour ce type d'alliage. Le titane contribue à l'affinage du grain primaire lors de la solidification, mais, dans le cas des alliages selon l'invention, il contribue aussi, en liaison avec le zirconium, à la formation, lors de la mise en solution de la pièce moulée, de dispersoïdes très fins ($< 1 \mu\text{m}$) AlSiZrTi situés à cœur de la solution
- 20 solide $\alpha\text{-Al}$ qui sont stables au-delà de 300°C, contrairement aux phases Al_2CuMg , AlCuMgSi , Mg_2Si et Al_2Cu qui coalescent à partir de 150°C.

Ces phases de dispersoïdes ne sont pas fragilisantes contrairement aux phases au fer AlSiFe et AlSiMnFe de taille importante (20 à 100 μm), ainsi qu'aux phases au nickel, qui se forment à la coulée dans les espaces interdendritiques.

- 25 Les pièces sont fabriquées par les procédés habituels de moulage, notamment le moulage en coquille par gravité et le moulage basse pression pour les culasses, mais également le moulage au sable, le squeeze casting (en particulier dans le cas d'insertion de composites) et le moulage à mousse perdue (lost foam).

- Le traitement thermique comporte une mise en solution typiquement de 3 à 10 h à
- 30 une température comprise entre 500 et 545°C, une trempe de préférence à l'eau froide, une attente entre trempe et revenu de 4 à 16 h, et un revenu de 4 à 10 h à une température comprise entre 150 et 240°C. La température et la durée du revenu sont

ajustées de manière à obtenir, soit un revenu au pic de résistance mécanique (T6), soit un sur-revenu (T7).

Les pièces selon l'invention, et notamment les culasses et les carters de moteur d'automobile ou d'avion, présentent à la fois une résistance mécanique élevée, une
5 bonne ductilité, une résistance mécanique à chaud et une résistance au fluage supérieures à celles des pièces de l'art antérieur.

Exemples

10 Exemple 1

On a élaboré dans le creuset en carbure de silicium d'un four électrique 100 kg d'alliage A de composition (% en poids) :

Si = 7,10 Fe = 0,15 Mg = 0,37 Ti = 0,14 Sr = 170 ppm

15 100 kg d'alliage B de même composition avec une addition complémentaire de 0,49% de cuivre

100 kg d'alliage C de même composition que B avec une addition complémentaire de 0,14% de zirconium.

Ces compositions ont été mesurées par spectrométrie d'émission par étincelle, sauf
20 pour Cu et Zr qui ont été mesurés par spectrométrie d'émission à plasma induit.

On a coulé 50 éprouvettes coquille de traction AFNOR de chaque alliage. Ces éprouvettes ont été soumises à un traitement thermique comportant une mise en solution de 10 h à 540°C, précédée pour les alliages au cuivre B et C d'un palier de 4 h à 500°C pour éviter la brûlure, une trempe à l'eau froide, une maturation à la
25 température ambiante de 24 h et un revenu de 5 h à 200°C.

A partir de ces éprouvettes, on a usiné des éprouvettes de traction et des éprouvettes de fluage de manière à mesurer les caractéristiques mécaniques (résistance à la rupture R_m en MPa, limite d'élasticité $R_{p0.2}$ en MPa et allongement à la rupture A en %)
30 à la température ambiante, à 250°C et à 300°C. Les résultats sont indiqués au tableau 1 :

Tableau 1

	R _m	R _{p0,2}	A	R _m	R _{p0,2}	A	R _m	R _{p0,2}	A
Temp.	Amb.	Amb.	Amb.	250°C	250°C	250°C	300°C	300°C	300°C
A	299	257	9,9	61	55	34,5	43	40	34,5
B	327	275	9,8	73	66	34,5	44	40	34,6
C	324	270	9,8	68	63	34,5	45	42	35,0

On constate que l'addition de cuivre à l'alliage A est favorable à la résistance mécanique, aussi bien à froid qu'à chaud, sans modifier l'allongement, et que l'addition de zirconium à B est pratiquement sans influence sur les caractéristiques mécaniques.

On a mesuré ensuite sur les éprouvettes de fluage, pour les alliages B et C, l'allongement (en %) après 100 h à 250°C et 300°C sous différents niveaux de contrainte (en MPa). Les résultats sont indiqués au tableau 2 :

Tableau 2

Température (°C)	250	250	300
Contrainte (MPa)	45	40	22
A (%) alliage B	2,43	0,134	0,136
A(%) alliage C	0,609	0,079	0,084

On constate qu'à température et contrainte identiques, l'alliage C avec addition de zirconium présente un comportement au fluage nettement amélioré, la déformation sous charge constante étant réduite, selon le cas, de 40 à 75%.

Exemple 2

On a préparé, dans les mêmes conditions que pour l'alliage C de l'exemple 1, 10 éprouvettes de chacun des 5 alliages D à H en faisant varier la teneur en cuivre et en magnésium à l'intérieur des limites de composition préférentielles mentionnées plus haut. Les compositions des alliages sont indiquées au tableau 3 :

Tableau 3

Alliage	Si	Cu	Mg	Zr	Ti
D	7,1	0,4	0,3	0,14	0,12
E	7,1	0,4	0,4	0,14	0,12
F	7,1	0,5	0,35	0,14	0,12
G	7,1	0,65	0,3	0,14	0,12
H	7,1	0,65	0,4	0,14	0,12

On a mesuré de la même manière les caractéristiques mécaniques à 20°C et 250°C. Les résultats, correspondant à la moyenne des valeurs obtenues sur les éprouvettes de chaque alliage, sont indiqués au tableau 4 :

Tableau 4

Alliage	R _m (MPa)	R _{0,2} (MPa)	A (%)	R _m (MPa)	R _{0,2} (MPa)	A (%)
	20°C	20°C	20°C	250°C	250°C	250°C
D	301	250	8,9	69	60	44,5
E	325	282	7,6	77	66	36,3
F	320	271	8,7	74	63	41,5
G	315	259	9,1	71	60	45,2
H	339	291	8,7	81	69	39,6

- 10 On constate que, dans les limites de composition testées, la résistance à la rupture et la limite élastique augmentent lorsque les teneurs en Cu et Mg augmentent, mais aussi que l'allongement est peu affecté. A 250°C, l'augmentation de 0,3 à 0,4% de la teneur en Mg a un effet très favorable sur la résistance à la rupture et la limite élastique, notamment pour l'alliage le plus chargé en cuivre (H).
- 15 D'autre part, à teneur en cuivre égale, l'augmentation de 0,3 à 0,4% de la teneur en magnésium améliore la résistance au fluage à 250°C, comme le montrent les résultats des essais de fluage sous contrainte de 40 MPa après 100, 200 et 300 h pour les alliages G et H, comme indiqué au tableau 5 :

8
Tableau 5

Durée	100 h	200 h	300 h
ε (%) G	0,098	0,48	1,20
ε (%) H	0,078	0,18	0,31

Exemple 3

5

On a préparé, de la même manière que pour l'alliage C de l'exemple 1, des éprouvettes des 6 alliages I à N dont la composition est indiquée au tableau 6 :

Tableau 6

10

Alliage	Si	Cu	Mg	Mn	Zr	Ti
I	7	0,5	0,3	—	0,14	0,12
J	7	0,5	0,3	0,15	0,14	0,12
K	7	1	0,3	-	0,14	0,12
L	7	1	0,3	0,15	0,14	0,12
M	7	1	0,3	0,25	0,14	0,12
N	7	1	0,5	0,25	0,14	0,12

On a mesuré les caractéristiques mécaniques à 250°C et les résultats sont indiqués au tableau 7 :

Tableau 7

15

Alliage	R_m (MPa)	$R_{0,2}$ (MPa)	A (%)
I	73	62	45
J	76	65	37
K	70	59	46
L	77	62	47
M	77	62	46
N	90	75	33

On constate que l'addition de 0,1 à 0,3% de manganèse augmente d'au moins 5% la résistance mécanique à 250°C. Il n'y a pas, par contre, d'augmentation entre 0,15 et 0,25%. Enfin, pour l'alliage N à cuivre élevé, l'augmentation de la teneur en magnésium de 0,3 à 0,5% conduit à une augmentation spectaculaire et inexpliquée de la résistance mécanique à chaud.

Revendications

1. Pièce moulée à haute résistance au fluage en alliage de composition (% en
5 poids) :
 - Si : 5 – 11
 - Fe < 0,6
 - Mg : 0,15 – 0,6
 - Cu : 0,3 – 1,5
 - 10 Ti : 0,05 – 0,25
 - Zr : 0,05 – 0,25
 - Mn < 0,4
 - Zn < 0,3
 - Ni < 0,4
- 15 autres éléments < 0,10 chacun et 0,30 au total, reste aluminium.
2. Pièce selon la revendication 1, caractérisée en ce que sa teneur en silicium est comprise entre 6,5 et 7,5%.
- 20 3. Pièce selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que sa teneur en fer est inférieure à 0,3%.
4. Pièce selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que sa teneur en cuivre est comprise entre 0,4 et 0,7%.
- 25 5. Pièce selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que sa teneur en magnésium est comprise entre 0,25 et 0,5%.
6. Pièce selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les teneurs en %
30 en magnésium et en cuivre sont telles que : $0,3\text{Cu} + 0,18 < \text{Mg} < 0,6$
7. Pièce selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que sa teneur en titane est comprise entre 0,08 et 0,20%.

8. Pièce selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que sa teneur en zirconium est comprise entre 0,12 et 0,18%.

5 9. Pièce selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que sa teneur en manganèse est comprise entre 0,1 et 0,3%.

10. Pièce selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que sa teneur en zinc est inférieure à 0,1%.

10

11. Pièce selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que sa teneur en nickel est inférieure à 0,1%.

12. Pièce selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce qu'elle est traitée
15 par mise en solution, trempe et revenu à l'état T6 ou T7.

13. Pièce selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle est une culasse ou un carter de moteur d'automobile ou d'avion.

Bn 3493

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001079 A3

(51) Classification Internationale des brevets⁷ :
C22C 21/02, F02F 1/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/001916

(22) Date de dépôt international : 23 juin 2003 (23.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07873 25 juin 2002 (25.06.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALU-
MINIUM PECHINEY [FR/FR]; 7, place du Chancelier
Adenauer, F-75218 Paris Cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LASLAZ,
Gérard [FR/FR]; 714, route du Mercier, F-38570 Le Chey-
las (FR). GARAT, Michel [FR/FR]; 5, chemin des Mûriers,
F-38430 Moirans (FR).

(74) Mandataire : Mougeot, Jean-Claude; Péchiney, 217,
Cours Lafayette, F-69451 Lyon Cedex 06 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour la désignation suivante US
- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale

(88) Date de publication du rapport de recherche
Internationale: 15 avril 2004

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: PART CAST FROM ALUMINIUM ALLOY WITH HIGH HOT STRENGTH

(54) Titre : PIECE MOULEE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM A HAUTE RESISTANCE A CHAUD

(57) Abstract: The invention relates to a cast part with high creep strength, such as a cylinder head or a crankcase, which is made from alloy having the following composition (wt.-%): Si: 5-11 and preferably 6.5-7.5; Fe < 0.6 and preferably < 0.3; Mg: 0.15-0.6 and preferably 0.25-0.5; Cu: 0.3-1.5 and preferably 0.4-0.7; Ti: 0.05-0.25 and preferably 0.08-0.2; Zr: 0.05-0.25 and preferably 0.12-0.18; Mn < 0.4 and preferably 0.1-0.3; Zn < 0.3 and preferably < 0.1; Ni < 0.4 and preferably < 0.1; and other elements < 0.10 each and 0.3 in total, with the remainder being aluminium. The inventive part preferably undergoes solution treatment, quenching and tempering, T6 or T7.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention est une pièce moulée à haute résistance au fluage, notamment une culasse ou un carter de moteur, en alliage de composition (% en poids) : Si : 5-11 et de préférence 6,5-7,5 Fe < 0,6 et de préférence < 0,3 Mg : 0,15-0,6 « 0,25-0,5 Cu : 0,3-1,5 « 0,4-0,7 Ti : 0,05-0,25 « 0,08-0,20 Zr : 0,05-0,25 0,12-0,18 Mn < 0,4 « 0,1-0,3 Zn < 0,3 « < 0,1 Ni < 0,4 « < 0,1 autres éléments < 0,10 chacun et 0,30 au total, reste aluminium. La pièce est, de préférence, traitée par mise en solution, trempe et revenu à l'état T6 ou T7.

WO 2004/001079 A3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

FR 03/01916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C22C21/02 77F02F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 690 927 A (PECHINEY ALUMINIUM) 12 November 1993 (1993-11-12) cited in the application claim 1	1
A	EP 1 057 900 A (VAW VER ALUMINIUM WERKE AG) 6 December 2000 (2000-12-06) cited in the application claim 1	1
A	DE 195 24 564 A (VAW ALUCAST GMBH) 2 January 1997 (1997-01-02)	
A	US 4 434 014 A (SMITH DAVID M) 28 February 1984 (1984-02-28)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 December 2003

Date of mailing of the international search report

29/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gregg, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP03/01916

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2690927	A	FR 2690927 A1	12-11-1993
EP 1057900	A	DE 19925666 C1	28-09-2000
		AT 204026 T	15-08-2001
		CA 2310351 A1	04-12-2000
		CZ 20002066 A3	14-11-2001
		DE 10026626 C1	10-05-2001
		DE 50000009 D1	13-09-2001
		EP 1057900 A1	06-12-2000
		ES 2163386 T3	01-02-2002
		PL 340325 A1	18-12-2000
		US 2002053373 A1	09-05-2002
DE 19524564	A	DE 19524564 A1	02-01-1997
US 4434014	A	AU 536976 B2	31-05-1984
		AU 7500581 A	18-03-1982
		CA 1175687 A1	09-10-1984
		DE 3135943 A1	29-04-1982
		FR 2489846 A1	12-03-1982
		GB 2085920 A , B	06-05-1982
		JP 1478008 C	27-01-1989
		JP 57108239 A	06-07-1982
		JP 62011063 B	10-03-1987
		SE 454446 B	02-05-1988
		SE 8105358 A	11-03-1982

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande nationale No
PCT/FR 03/01916

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C22C21/02 / 2F1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 C22C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 690 927 A (PECHINEY ALUMINIUM) 12 novembre 1993 (1993-11-12) cité dans la demande revendication 1	1
A	EP 1 057 900 A (VAW VER ALUMINIUM WERKE AG) 6 décembre 2000 (2000-12-06) cité dans la demande revendication 1	1
A	DE 195 24 564 A (VAW ALUCAST GMBH) 2 janvier 1997 (1997-01-02)	
A	US 4 434 014 A (SMITH DAVID M) 28 février 1984 (1984-02-28)	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 décembre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/12/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gregg, N

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/01916

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2690927	A	12-11-1993	FR 2690927 A1	12-11-1993
EP 1057900	A	06-12-2000	DE 19925666 C1	28-09-2000
			AT 204026 T	15-08-2001
			CA 2310351 A1	04-12-2000
			CZ 20002066 A3	14-11-2001
			DE 10026626 C1	10-05-2001
			DE 50000009 D1	13-09-2001
			EP 1057900 A1	06-12-2000
			ES 2163386 T3	01-02-2002
			PL 340325 A1	18-12-2000
			US 2002053373 A1	09-05-2002
DE 19524564	A	02-01-1997	DE 19524564 A1	02-01-1997
US 4434014	A	28-02-1984	AU 536976 B2	31-05-1984
			AU 7500581 A	18-03-1982
			CA 1175687 A1	09-10-1984
			DE 3135943 A1	29-04-1982
			FR 2489846 A1	12-03-1982
			GB 2085920 A , B	06-05-1982
			JP 1478008 C	27-01-1989
			JP 57108239 A	06-07-1982
			JP 62011063 B	10-03-1987
			SE 454446 B	02-05-1988
			SE 8105358 A	11-03-1982